

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. Oktober 2004 (14.10.2004)

PCT

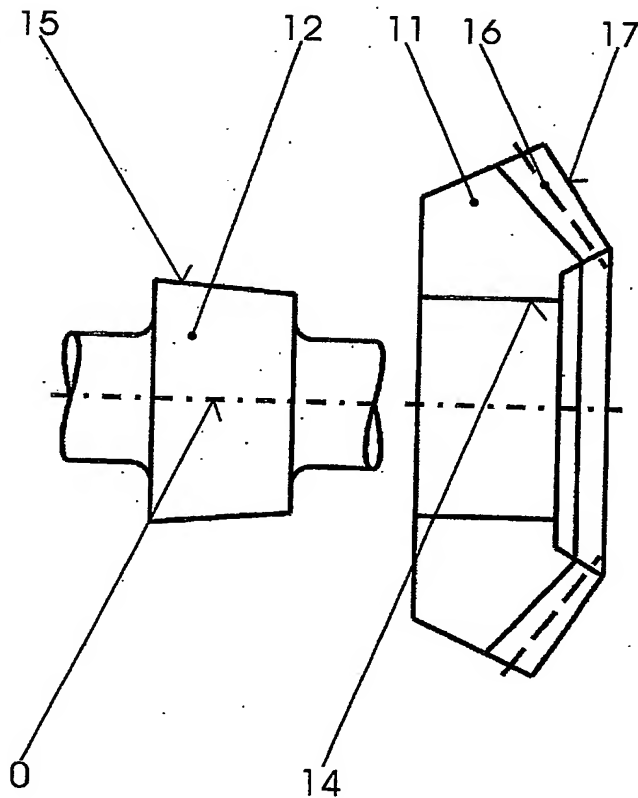
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/087365 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B23K 31/02**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2004/000106
- (22) Internationales Anmeldedatum:
23. März 2004 (23.03.2004)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
GM 223/2003 31. März 2003 (31.03.2003) AT
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **MAGNA STEYR FAHRZEUGTECHNIK AG &
CO KG** [AT/AT]; Liebenauer Hauptstrasse 317, A-8041
Graz (AT).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RAHM, Manfred**
[AT/AT]; Tallak 84, A-8103 Rein (AT).
- (74) Anwalt: **KOVAC, Werner**; c/o **MAGNA STEYR**
Fahrzeugtechnik AG & Co KG, Liebenauer Hauptstrasse
317, A-8041 Graz (AT).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR WELDING A ROTATIONALLY SYMMETRICAL PART TO A HUB PART

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM VERSCHWEISSEN EINES ROTATIONSSYMMETRISCHEN TEILES MIT EINEM
NABENTEIL



(57) Abstract: The invention relates to a method for joining a precisely machined rotationally symmetrical part (11) comprising functional surfaces (16) to a hub part (21) by means of welding. The aim of the invention is to provide a non-warping end product. To this end, the rotationally symmetrical part (11) and the hub part (12) are measured in the longitudinal sections thereof in such a way that, when the rotationally symmetrical part (11) is pressed or shrunk onto the hub part (12), tensions, and thus deformations, are created, which counteract the tensions expected during the subsequent welding process and deformations caused thereby. This is achieved by the conical shape of one of the contact surfaces (14;15) or by the design of the rotationally symmetrical part (11).

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Verbinden eines genau bearbeiteten Funktionsflächen (16) aufweisende rotationssymmetrischen Teiles (11) mit einem Nabenteil (21) durch Schweißen soll ein verzugsfreies Endprodukt liefern. Dazu sind der rotationssymmetrische Teil (11) und der Nabenteil (12) in ihren Längsschnitten so bemessen, dass beim Aufpressen oder Aufschrumphen des rotationssymmetrischen Teiles (11) auf den Nabenteil (12) in ersterem Spannungen und durch diese Verformungen entstehen, die den beim darauffolgenden Schweißen zu erwartenden Spannungen und durch diese verursachten Verformungen entgegengesetzt sind. Das wird erreicht, indem eine der Kontaktflächen (14;15) konisch ist oder durch Formgestaltung des rotationssymmetrischen Teiles (11).

WO 2004/087365 A1



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

10

15 VERFAHREN ZUM VERSCHWEISSEN EINES ROTATIONS-
 SYMMETRISCHEN TEILES MIT EINEM NABENTEIL

20

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden eines rotations-
symmetrischen Teiles mit einem Nabenteil durch Schweißen, wobei die
miteinander zu verbindenden Kontaktflächen im Wesentlichen zylindrisch
25 sind und der rotationssymmetrische Teil Funktionsflächen hat, deren ge-
naue Lage und/oder Winkel funktionswesentlich ist. Mit Funktionsflächen
sind beispielsweise die Wälzflächen eines Zahnrades, oder die Dicht-
flächen eines Pumpenrotors gemeint. Im Wesentlichen zylindrisch bedeu-
tet, dass die Kontaktflächen keine achsnormalen Flächen sind, sondern
30 eine gewisse Zentrierwirkung ausüben. Der Nabenteil kann auch Teil der
den rotationssymmetrischen Teil tragenden Welle oder diese selbst sein.
Bei Zahnrädern ist insbesondere an das Tellerrad eines Achsantriebes für
Kraftfahrzeuge gedacht, dessen Form und Lage der Funktionsflächen eine
hohe Anfälligkeit auf Winkelverzüge durch Schweissspannungen bedingt,
35 bei dem aber an die Genauigkeit des Eingriffes besonders hohe Anfor-
derungen gestellt werden.

Derartige drehfeste Verbindungen zwischen Welle und Nabe oder zwi-
schen einer Nabe und einem rotationssymmetrischen Teil werden übli-
40 cherweise durch bloßes Aufpressen oder Aufschrupfen hergestellt, bei

5 besonders hohen und wechselnden Kräften, wie sie unter anderem etwa am Tellerrad im Achsantrieb eines Kraftfahrzeuges auftreten, durch hochfeste Passschrauben. Die Verbindung mittels Passschrauben ist aber kostspielig und erfordert erheblichen Bauraum. Auch Schweissverbindungen sind denkbar, wegen des Schweissverzuges bei Vorhandensein von Funktionsflächen hoher Genauigkeit aber nicht empfehlenswert.

Hier setzt die Erfindung an. Es soll ein Verfahren entwickelt werden, derartige fertig bearbeitete Teile hoher Präzision durch Schweissen seriensicher zu verbinden. Erfindungsgemäß sind die zu verbindenden Teile in
15 ihrem die Drehachse enthaltenden Längsschnitt so bemessen, dass beim Aufpressen oder Aufschrupfen im rotationssymmetrischen Teil Spannungen und durch diese Verformungen entstehen, die den beim darauffolgenden Schweissen zu erwartenden Spannungen und den durch diese verursachten Verformungen entgegengesetzt sind.

20

Es ist also dem Verschweissen ein Fügevorgang vorgeordnet. Die Fügeverbindung ist bewusst so ausgelegt, dass sich der zu montierende Teil verformt, und zwar in Richtung und Betrag entgegengesetzt der Verformung durch den Schweissverzug, der sich nach dem Schweissen einstellt.
25 Die Auslegung der Fügeverbindung kann nach bekannten Methoden, insbesondere unter Verwendung einer FE-Methode (FE = Finite Elemente). Aufpressen und Aufschrupfen ist insofern gleichwertig, als bei beiden Verbindungen in den Kontaktflächen Spannungen erzeugt werden, im ersten Fall durch elastische Verformung, im zweiten durch Wärmedehnung.

30

Für die Auslegung der Fügeverbindung und die Bemessung der zu verbindenden Bauteile gibt es zwei Wege, die jeder für sich oder gemeinsam gangbar sind. Der erste Weg besteht darin, dass:

- 5 ▪ Der rotationssymmetrische Teil auf den Nabenteil aufgedrückt oder aufgeschrumpft wird, wobei mindestens eine der beiden Kontaktflächen entlang der Achsenrichtung unterschiedliche Radien hat, dergestalt, dass im rotationssymmetrischen Teil beim Aufbringen auf einer Seite höhere Spannungen als auf der anderen Seite entstehen und die
- 10 Funktionsflächen sich in einer Richtung verlagern, und
- Sodann die Schweissung auf der einen Seite erfolgt, wobei durch die Schweissung auf dieser einen Seite die Funktionsflächen wieder in die ursprüngliche genaue Position zurückkehren.
- 15 Aus Toleranz- und Kostengründen ist es vorteilhaft, wenn eine der miteinander zu verbindenden Flächen zylindrisch ist und nur die andere in Achsenrichtung unterschiedliche Radien hat (Anspruch 3), wobei bei unterschiedlichen Radien der Aussenfläche der kleinere bzw bei unterschiedlichen Radien der Innenfläche der größere Radius auf der Seite der
- 20 Schweißnaht ist (Anspruch 4). Im Toleranzfeld betrachtet bedeutet das, dass auf der Seite der Schweissung die

Die unterschiedlichen Radien lassen sich durch Abstufung fertigen, was einfacher ist, aber einen unstetigen Spannungsverlauf über die axiale Länge erwarten lässt. Besser ist es, wenn die andere der miteinander zu verbindenden Flächen konisch ist, wobei bei konischer Aussenfläche der kleinere bzw bei konischer Innenfläche der größere Radius des Konus auf der Seite der Schweißnaht ist (Anspruch 5).

- 30 Der zweite Weg, die Erfindung in die Tat umzusetzen besteht gemäß Anspruch 6 darin, dass:
- der die Drehachse enthaltende Längsschnitt des rotationssymmetrischen Teiles zwischen der Kontaktfläche und der Funktionsfläche eine

- 5 Einschnürung aufweist, die zum Flächenmittelpunkt der ausserhalb der Einschnürung liegenden Schnittfläche in Axialrichtung versetzt ist, so-
dass sich die Funktionsflächen des rotationssymmetrischen Teiles beim Aufpressen oder Aufschumpfen in einer Richtung verlagern,
- 10 ■ Sodann die Schweissung erfolgt, wodurch die Funktionsflächen wieder in die ursprüngliche genaue Position zurückkehren.

Dieser Weg ist zwar der elegantere, weil er keine konischen oder abgestuften Kontaktflächen erfordert. Er ist aber nicht bei allen

15 Grundformen und Belastungszuständen gangbar. Insbesondere ist die Resultierende aus den über die Einschnürung übertragenen Kräften zum Flächenmittelpunkt der ausserhalb der Einschnürung liegenden Schnittfläche in Axialrichtung versetzt (Anspruch 7). Besonders vorteilhaft ist das, wenn es sich bei dem so hergestellten Produkt um ein

20 Tellerad handelt, weil es aufgrund seiner Form zu großen Winkeländerungen durch Schweissverzug kommen kann und auch eine Einschnürung konstruktiv gut unterzubringen ist.

Da die Erfindung einen Weg weist, Schwissverzüge nicht zu unterbinden, sondern zu kompensieren, ist sie im Prinzip für die meisten Schweissver-

25 fahren geeignet. Naturgemäß werden besonders gute Resultate erzielt, wenn die Schweissung mittels eines Hochenergiestrahles, insbesondere eines Laserstrahles, erfolgt (Anspruch 8)

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Abbildungen beschrieben

30 und erläutert. Es stellen dar:

Fig. 1: Eine Verbindung nach dem Stand der Technik, erste Phase,.

Fig. 2: Wie Fig. 1 zweite Phase,

Fig. 3: Wie Fig. 1 dritte Phase,

- 5 Fig. 4: Eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verbindung, erste Phase,
Fig. 5: Wie Fig. 4, zweite Phase,
Fig. 6: Wie Fig. 4, dritte Phase,
Fig. 7: Eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Ver
10 bindung, erste Phase,
Fig. 8: Wie Fig. 7, zweite Phase,
Fig. 9: Wie Fig. 7, dritte Phase,
Fig. 10: Eine Variante der ersten Ausführungsform,
Fig. 11: Schema des Spannungsverlaufes zu den Figs. 4,5 und 6,
15 Fig. 12: Die entsprechenden Toleranzfelder.

Fig. 1 zeigt einen rotationssymmetrischen Teil 1 und einen Nabenteil 2 vor ihrer Verbindung. Der rotationssymmetrische Teil 1 ist hier das Teller-
rad eines Achsantriebes, der mit einem nicht dargestellten Trieb-
20 kammmt. Seine Zahnflanken 6 sind die Funktionsflächen, deren Genauigkeit für den Betrieb sehr wichtig ist. Mit 7 ist der Kopfkegel dieser Zähne bezeichnet, seine Lage wird im Folgenden, auch stellvertretend für alle anderen funktionswesentlichen Maße der Funktionsfläche betrachtet. Auf seinem kleinsten Durchmesser hat der rotationssymmetrische Teil 1 eine
25 zylindrische Kontaktfläche 4. Der Nabenteil 2, hier einstückig mit einer Welle 3, hat eine äußere Kontaktfläche 5, welche gemäß dem Stand der Technik ebenfalls zylindrisch ist. Die Toleranzfelder der Kontaktflächen 4,5 sind entsprechend einem leichten Presssitz gewählt. Die Drehachse der beiden zu verbindenden Teile ist mit 0 bezeichnet.

30

In **Fig. 2** ist der Presssitz zwischen den beiden Teilen 1,2 hergestellt. Die Lage des Kopfkegels 7 ist unverändert geblieben, wenn der über die axiale

- 5 Länge ungefähr gleiche vom Presssitz ausgeübte Druck zu keiner Verformung des rotationssymmetrischen Teiles 1 geführt hat.

Fig. 3 zeigt den rotationssymmetrischen Teil 1' und den Nabenteil 2' nach vollendeter Schweißung. Die abgekühlte Schweißnaht 10 übt durch ihr
10 schrumpfen auf die beiden Teile 1', 2' durch die Pfeile 8 angedeutete Schrumpfkkräfte aus, die zu einer Formänderung des rotationssymmetrischen Teiles 1' führen. Diese ist durch Vergleich mit den strichliert gezeichneten Konturen 7, 4 mit den in Volllinie gezeichneten Konturen 7', 4' erkennbar. Der Kopfkegel 7 ist zum Kopfkegel 7' geworden. Diese Winkelabweichung wirkt sich sehr nachteilig auf das Zusammenwirken zwischen Tellerrad und Triebfling aus. Soweit der Stand der Technik.

In **Fig. 4** hat der rotationssymmetrische Teil 11 wieder eine Kontaktfläche 14 und Funktionsflächen 16 mit dem Kopfkegel 17, ist also gegenüber
20 dem der Fig. 1 unverändert. Die Kontaktfläche 15 des Nabenteiles 12 jedoch ist konisch. Die Konizität ist zum Erreichen der erfindungsgemäßen Wirkung optimiert, was durch Versuch und Faustregel erfolgen kann, besonders genau aber durch Berechnung nach der Methode der finiten Elemente. Der Nabenteil 12 wird in den rotationssymmetrischen Teil 11 eingepresst.
25 gepresst.

Fig. 5 zeigt die so vereinigten Teile 11, 12 nach dem Aufpressen beziehungsweise Einpressen. Durch das Einpressen hat sich der rotationssymmetrische Teil 11 (in Fig. 5 nur mehr strichliert gezeichnet) zu 11* verformt. Seine Kontaktfläche 14 (strichliert) ist zur leicht konischen Kontaktfläche 14* verformt, sein Kopfkegel 17 (strichliert) zum Kopfkegel 17* (Volllinie). Zurückzuführen ist diese Verformung auf die durch die
30 Pfeile 18* angedeuteten einseitig radial nach außen wirkenden Kräfte

5 durch das Einpressen. Diese Kräfte sind naturgemäß auf der Seite des größten Durchmessers der Kontaktfläche 15 am größten, weshalb der Pfeil 18* auch an dieser Seite ist. Durch die einseitig eingetragene Kraft entsteht eine durch den Pfeil 13 angedeutete Winkelabweichung des Kopfkegels 17 zu 17*.

10

Fig. 6 zeigt das nächste Stadium, nach dem Schweissen. Die beim Abkühlen schrumpfende Schweissnaht 20 übt auf den rotationssymmetrischen Teil 11 durch die Pfeile 18' angedeutete Zugkräfte 18' aus. Da diese wieder nur auf der Seite der Schweissnaht 20 wirken, aber in entgegengesetzter Richtung, verursachen sie eine Winkelrückstellung 13'. Diese führt dazu, dass der Kopfkegel aus der Stellung 17* der Fig. 5 in die Stellung 17' gezogen wird. Bei richtiger Auslegung der Presspassung ist die Winkelrückstellung 13' gleich der Winkelabweichung 13* der Fig. 5 und der Kopfkegel 17' ist wieder deckungsgleich mit dem ursprünglichen Kopfkegel 17. Die erfindungsgemäße Verbindung hat somit trotz einseitigen Schweißens zu keiner Verlagerung der hochgenauen Funktionsflächen geführt.

Die Erfindung ist aber auch auf anderem Wege realisierbar, wie in den Figuren 7, 8 und 9 gezeigt. In **Fig. 7** hat der Nabenteil 22 eine zylindrische Kontaktfläche 25. Auch der rotationssymmetrische Teil 21 hat eine zylindrische Kontaktfläche 24, wobei die Toleranzfelder der Durchmesser der beiden Kontaktflächen 24, 25 wieder für einen Presssitz festgelegt sind. Die erfindungsgemäße Wirkung wird hier dadurch erzielt, dass der rotationssymmetrische Teil 21 eine rundum verlaufende Nut 31 aufweist, die im gezeigten Längsschnitt eine Einschnürung 33 zwischen dem Hauptquerschnitt mit einem Flächenmittelpunkt 32 und einem Muffenteil 35 bildet. Auf die Bestimmung des Flächenmittelpunktes 32 wird nicht weiter.

5 weiter eingegangen, da diese nach den Regeln der Statik erfolgt. Jedenfalls ist die Einschnürung 33 gegenüber dem Flächenmittelpunkt 32 in Richtung der Achse Null um einen mit 34 bezeichneten Abstand versetzt. Diese Versetzung ist wesentlich. Innerhalb der Nut 31 bleibt der Muffenteil 35, der über seine gesamte achsiale Länge am Presssitz teilnimmt.

10

Fig. 8 zeigt die Anordnung der Fig. 7 nach dem Einpressen des Nabenteiles 22 in den rotationssymmetrischen Teil 21. Der dabei entwickelte nach außen wirkende Druck zwischen beiden Kontaktflächen 24,25 wird nur im Bereich der Einschnürung 33 in den Hauptquerschnitt des rotationssymmetrischen Teiles 21 eingetragen. Dadurch entsteht wieder eine Winkelabweichung 23*, die eine Verlagerung des Kopfkegels 27 (strichliert) zu der Lage 27* (Volllinie) verursacht. Diese nach außen geleitete Kraft ist mit dem Pfeil 28* angedeutet. Eine Schweissnahtvorbereitung ist hier bewusst nicht eingetragen, da diese entsprechend dem jeweilig gewählten Schweißverfahren festgelegt wird. Nun werden die beiden Teile 21,22 verschweißt, beispielsweise mittels eines Hochenergiestrahles, insbesondere mittels Laser.

Fig. 9 zeigt die verbundenen Teile der nach Schweißung und Abkühlung. Die Schweißung 30 wurde von der Seite vorgenommen, auf der sich auch die Einschnürung 33 befindet. Die kalte Schweißnaht übt wieder eine mit den Pfeilen 28' angedeutete Zugkraft auf den Hauptquerschnitt mit dem Flächenmittelpunkt 32 des rotationssymmetrischen Teiles 21 aus, welche wieder in Achsenrichtung gegenüber dem Flächenmittelpunkt 32 um einen Abstand 34' versetzt ist. Die dadurch bewirkte Winkelrückstellung, Pfeil 23' führt den Kopfkegel 27* und die dazugehörigen Funktionsflächen zurück in die Lage 27', welche bei richtiger Auslegung wieder gleich der ursprünglichen Lage 27 ist.

- 5 In der Variante der **Fig. 10** ist die Kontaktfläche 33 des Nabenteiles 32 nicht konisch wie in Fig. 4, sondern sie besteht aus zwei (oder mehreren) abgestuften zylindrischen Flächen 34,35 verschiedenen Durchmessers, getrennt durch eine konische Anphasung 36.
- 10 **Fig. 11** zeigt den Spannungsverlauf in den Kontaktflächen 14,15 bei der Anordnung der Fig. 4. Dort gelte die Spur der Kontaktfläche 14 als Null-Achse von der aus die örtlichen Spannungen nach oben positiv, nach unten negativ eingetragen sind. Die Kurve 40 stellt den Spannungsverlauf nach dem Einpressen des Nabenteiles dar und ist ungefähr eine Gerade;
- 15 die Kurve 41 die Spannungsverteilung während des Schweißens, also bei maximaler Temperatur; und die Kurve 42 beim Abkühlen der Schweiße entstehende Schrumpfspannung. Die Kurve 43 ist dann die resultierende aus den Kurven 41 und 42, die Flächen 44 und 45, jeweils schraffiert, sind gleich. Mit 46 ist die Tiefe der nicht eingezeichneten
- 20 Schweißnaht bezeichnet.

Fig. 12 zeigt die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren praktisch erreichten Auswirkungen. Die horizontale Achse 50 ist eine Zeitachse ohne Maßstab, von dieser sind nach oben die positiven und nach unten die negativen

25 Abweichungen eingezeichnet. Mit den Klammern 51,52 abgegrenzten Bereiche sind die Bereiche der zulässigen positiven bzw. negativen Winkelabweichung. In diesem Bereich sollen die Ist-Maße des fertigen Werkstückes liegen. Durch eine Schweißung nach dem Stand der Technik jedoch, entsteht eine Winkelabweichung, die ein mit der Klammer 53 be-

30 zeichnetes zu positiver Winkelabweichung verschobenes Toleranzfeld ergibt. Man sieht, dass nur mehr ein kleiner Teil innerhalb des Bereiches der zulässigen Winkelabweichung liegt. Sein Mittelwert liegt um den Abstand 54 über der Null-Achse der Toleranzfelder. Dem wird durch die erfin-

5 dungsgemäßen Maßnahmen abgeholfen, diese führen das Toleranzfeld 53 bei richtiger Auslegung zurück in den Bereich 55 der genau symmetrisch zur Null-Achse des Soll-Toleranzfeldes liegt.

5

10

P a t e n t a n s p r ü c h e

15

20 1. Verfahren zum Verbinden eines rotationssymmetrischen Teiles mit einem Nabenteil durch Schweissen, wobei die miteinander zu verbindenden Kontaktflächen (4; 5; 14; 15; 24; 25; 34; 35) im Wesentlichen zylindrisch sind und der rotationssymmetrische Teil Funktionsflächen (6; 16; 26; 36) hat, deren genaue Lage und/oder Winkel funktionswesentlich ist, da-
25 durch **gekennzeichnet**, dass der rotationssymmetrische Teil (11; 21; 31) und der Nabenteil (12; 22; 32) in ihren die Drehachse (0) enthaltenden Längsschnitten so bemessen sind, dass beim Aufschumpfen oder Aufpressen des rotationssymmetrischen Teiles (11; 21; 31) in diesem Spannungen und durch diese Verformungen entstehen, die den beim darauffol-
30 genden Schweissen zu erwartenden Spannungen und durch diese verursachten Verformungen entgegengesetzt sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass
a) Der rotationssymmetrische Teil (11; 31) auf den Nabenteil (12; 32)
35 aufgebracht wird, wobei mindestens eine der beiden Kontaktflächen (14; 15; 34; 35) entlang der Achsenrichtung (0) unterschiedliche Radien hat, dergestalt, dass im rotationssymmetrischen Teil (11; 31) beim Aufbringen auf einer Seite höhere Spannungen als auf der anderen Sei-

- 5 te entstehen und die Funktionsflächen (16; 36) sich in einer Richtung verlagern (16*; 36*),
- b) Sodann die Schweissnaht (20) an der einen Seite angebracht wird, wobei durch die Schweissung auf dieser einen Seite die Funktionsflächen (16*; 36*) wieder in die ursprüngliche genaue Position (16; 36) zurückkehren.
- 10

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass eine der miteinander zu verbindenden Flächen (14, 15; 34, 35) zylindrisch ist und nur die andere in Achsenrichtung unterschiedliche Radien hat.

15

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass bei unterschiedlichen Radien der Aussenfläche der kleinere beziehungsweise bei unterschiedlichen Radien der Innenfläche (15; 35) der größere Radius auf der Seite der Schweißnaht (20) ist.

20

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass die andere der miteinander zu verbindenden Flächen (14; 15) konisch ist, wobei bei konischer Aussenfläche der kleinere beziehungsweise bei konischer Innenfläche (15) der größere Radius des Konus auf der Seite der Schweißnaht (20) ist.

25

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass

- a) der die Drehachse (0) enthaltende Längsschnitt des rotationssymmetrischen Teiles (21) zwischen der Kontaktfläche (24) und der Funktionsfläche (26) eine Einschnürung (33) aufweist, die zum Flächenmittelpunkt (32) der ausserhalb der Einschnürung (33) liegenden Schnittfläche in Axialrichtung versetzt ist (34), sodass sich die Funktions-
- 30

- 5 fläche (26) des rotationssymmetrischen Teiles (21) beim Aufpressen oder Aufschumpfen in einer Richtung verlagert (26*),
- b) Sodann die Schweissnaht (30) angebracht wird, wodurch die Funktionsfläche (26*) wieder in die ursprüngliche genaue Position (26) zurückkehrt.

10

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Resultierende (28*) aus den über die Einschnürung (33) übertragenen Kräften zum Flächenmittelpunkt (32) der ausserhalb der Einschnürung (33) liegenden Schnittfläche in Axialrichtung versetzt ist (34).

15

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweissnaht (20; 30) mittels eines Hochenergiestrahles, insbesondere eines Laserstrahles, erfolgt.

20

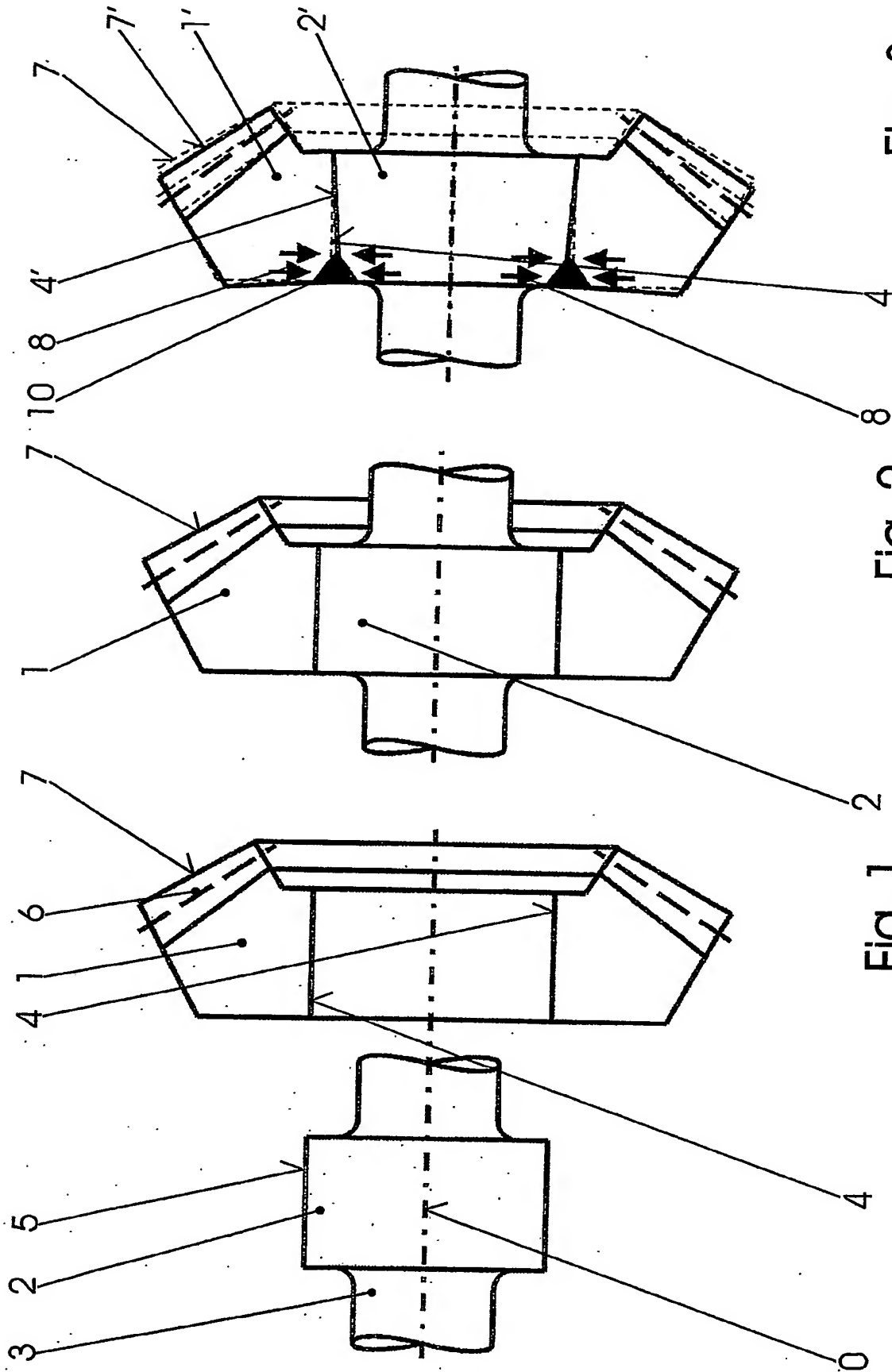
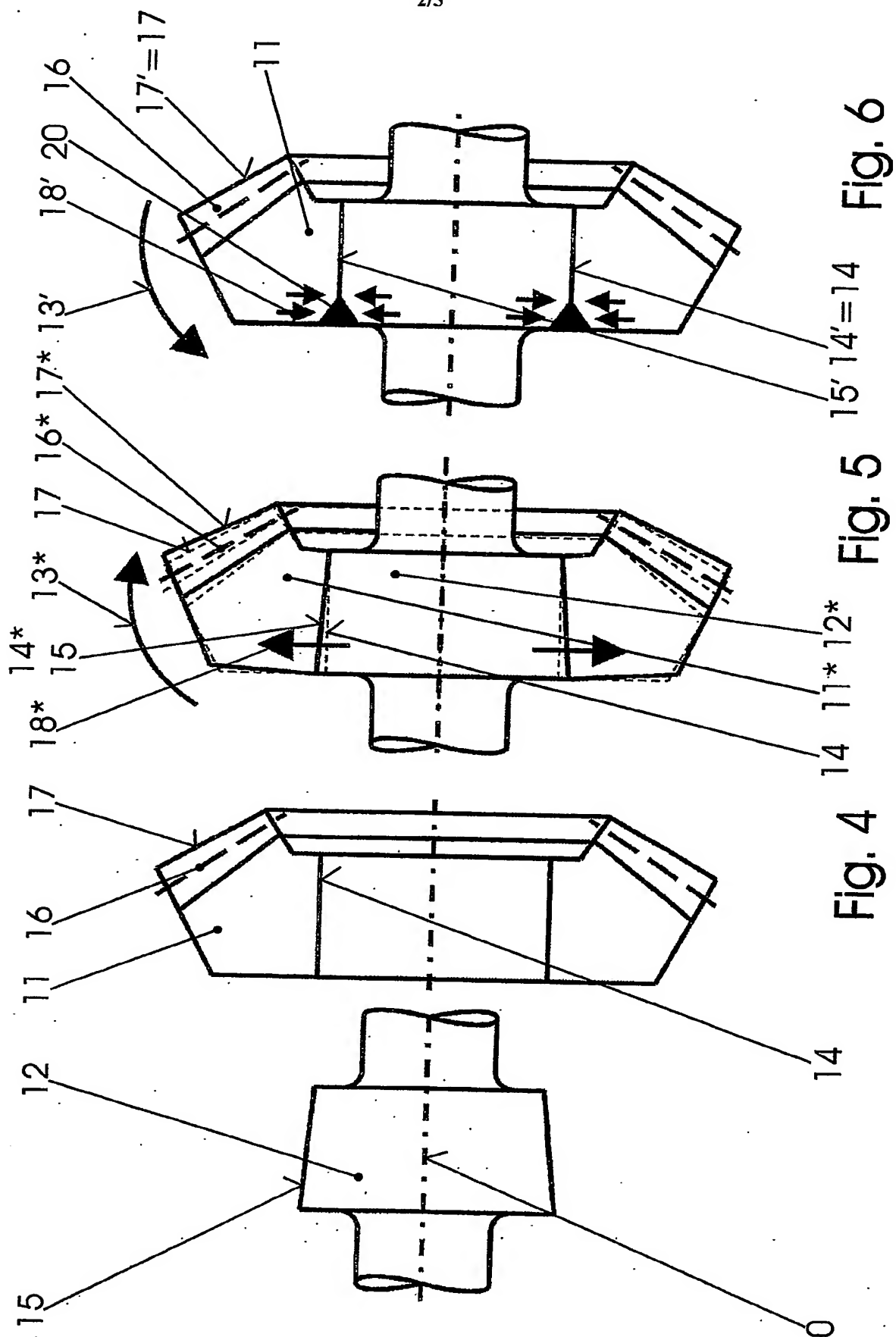


Fig. 3

Fig. 2

Fig. 1



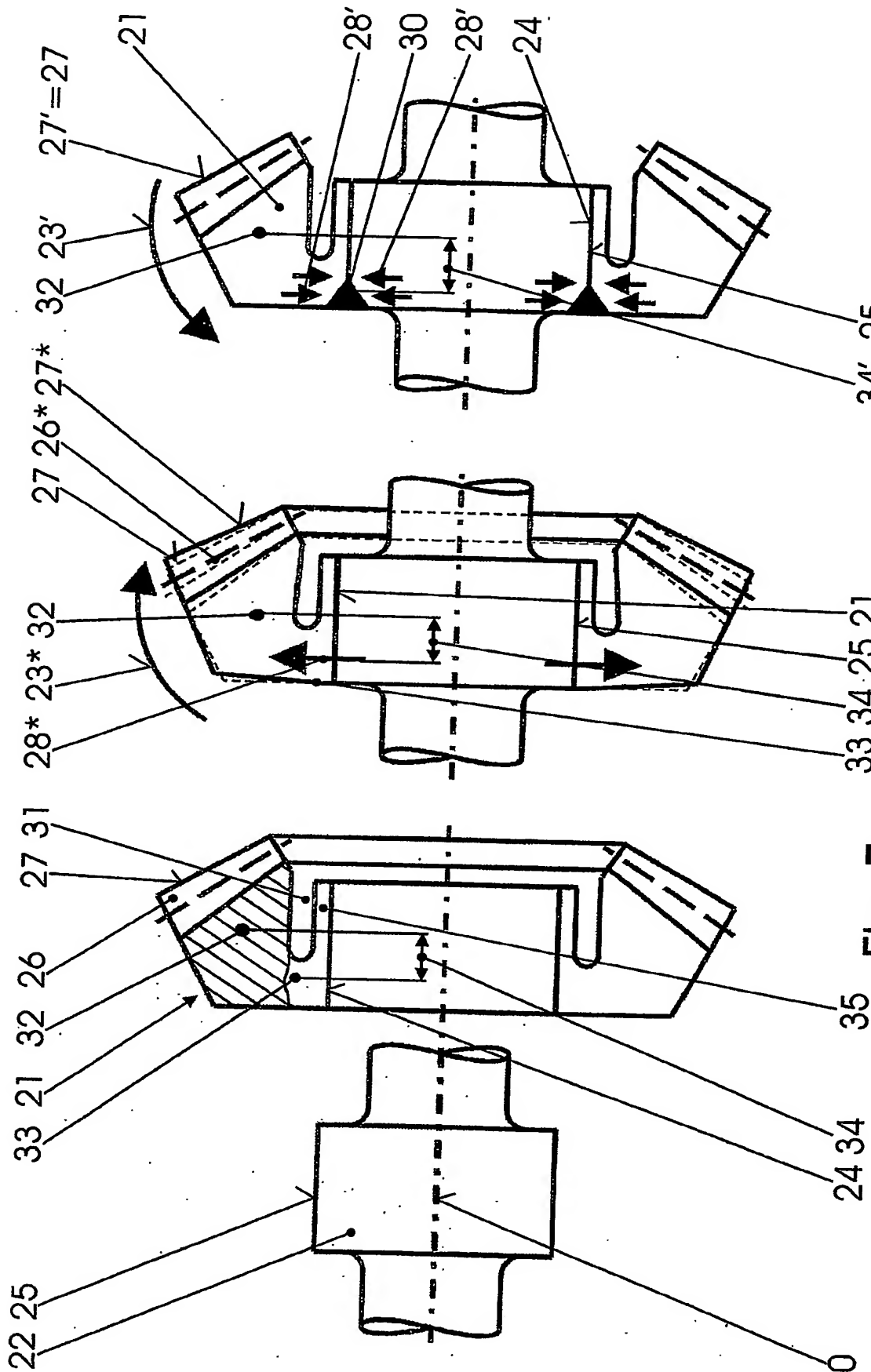


Fig. 9

Fig. 8

Fig. 7

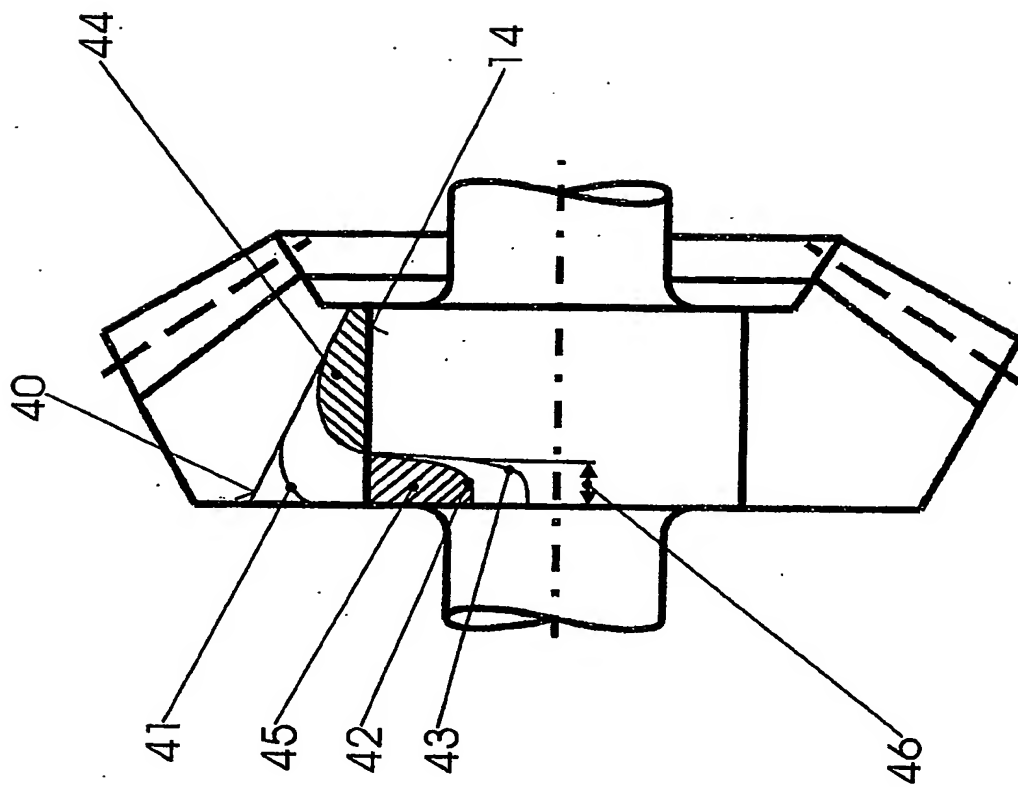


Fig. 10

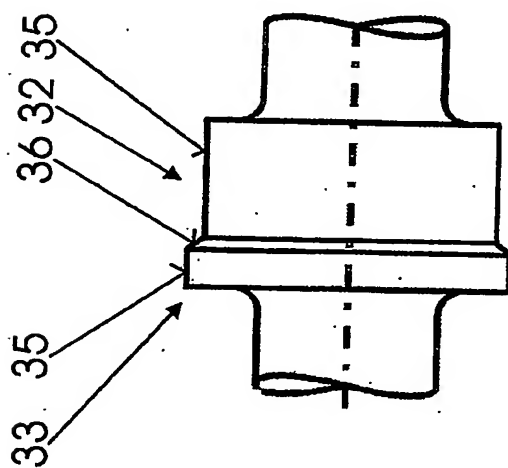


Fig. 11

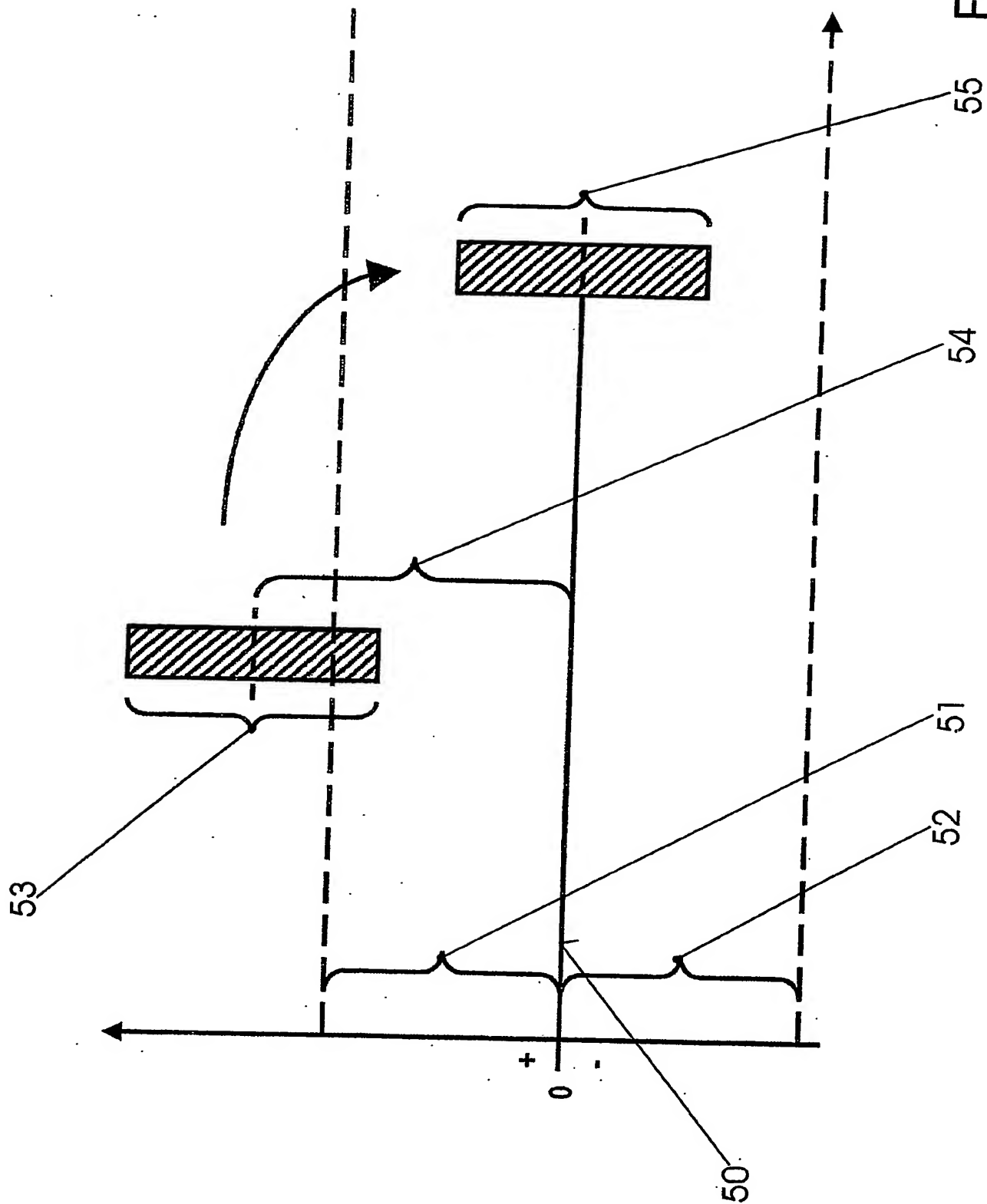


Fig. 12

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B23K31/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B23K B23P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 410 165 B1 (HIGGINS CRAIG ET AL) 25 June 2002 (2002-06-25) column 6, line 38 - column 6, line 58; figures 2,3	1-8
X	US 5 865 363 A (BARRETT MARK S ET AL) 2 February 1999 (1999-02-02) column 3, line 34 - column 3, line 40; figures 1-3	1
X	EP 0 763 396 A (AMERICAN AXLE & MFG INC) 19 March 1997 (1997-03-19) column 4, line 56 - column 5, line 11; figures 1-3	1
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 August 2004

Date of mailing of the international search report

03/09/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Concannon, B

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 1 391 026 A (HURTH VERWALTUNGS GMBH) 16 April 1975 (1975-04-16) page 2, line 23 - page 2, line 26; figure 1 -----	7,8
A	US 5 188 478 A (BITSCH HARALD ET AL) 23 February 1993 (1993-02-23) -----	1
A	US 4 059 214 A (WEISSMANN GERD) 22 November 1977 (1977-11-22) -----	1

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6410165	B1	25-06-2002	US 6335512 B1 01-01-2002
			JP 2001062567 A 13-03-2001
			US 6610962 B1 26-08-2003
			US 6541735 B1 01-04-2003
			US 2002191749 A1 19-12-2002
US 5865363	A	02-02-1999	BR 9802402 A 15-06-1999
			CA 2242154 A1 07-01-1999
EP 0763396	A	19-03-1997	BR 9603784 A 02-06-1998
			CA 2180066 A1 19-03-1997
			CN 1151926 A 18-06-1997
			EP 0763396 A2 19-03-1997
			PL 316072 A1 01-04-1997
			US 5672286 A 30-09-1997
GB 1391026	A	16-04-1975	DE 2229391 A1 03-01-1974
			DE 7220235 U 24-08-1972
			CH 551577 A 15-07-1974
			FR 2196047 A5 08-03-1974
			IT 980442 B 30-09-1974
			JP 49085443 A 16-08-1974
			JP 55001462 B 14-01-1980
US 5188478	A	23-02-1993	DE 4001659 A1 28-03-1991
			FR 2651282 A1 01-03-1991
			GB 2236162 A ,B 27-03-1991
			IT 1246420 B 18-11-1994
			JP 3129125 A 03-06-1991
			JP 3238924 B2 17-12-2001
US 4059214	A	22-11-1977	DE 2458291 A1 24-06-1976
			AT 342394 B 28-03-1978
			AT 899475 A 15-07-1977
			BE 836455 A1 01-04-1976
			CA 1033592 A1 27-06-1978
			CH 597939 A5 14-04-1978
			DK 544575 A ,B, 11-06-1976
			ES 443248 A1 16-08-1977
			FR 2294001 A1 09-07-1976
			GB 1537269 A 29-12-1978
			IE 41961 B1 07-05-1980
			IT 1056406 B 30-01-1982
			JP 972411 C 28-09-1979
			JP 51101760 A 08-09-1976
			JP 54003655 B 26-02-1979
			LU 73961 A1 01-07-1976
			NL 7514356 A ,B, 14-06-1976
			SE 445981 B 04-08-1986
			SE 7513845 A 11-06-1976

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B23K31/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B23K B23P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 410 165 B1 (HIGGINS' CRAIG ET AL) 25. Juni 2002 (2002-06-25) Spalte 6, Zeile 38 - Spalte 6, Zeile 58; Abbildungen 2,3	1-8
X	US 5 865 363 A (BARRETT MARK S ET AL) 2. Februar 1999 (1999-02-02) Spalte 3, Zeile 34 - Spalte 3, Zeile 40; Abbildungen 1-3	1
X	EP 0 763 396 A (AMERICAN AXLE & MFG INC) 19. März 1997 (1997-03-19) Spalte 4, Zeile 56 - Spalte 5, Zeile 11; Abbildungen 1-3	1
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. August 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/09/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Concannon, B

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 1 391 026 A (HURTH VERWALTUNGS GMBH) 16. April 1975 (1975-04-16) Seite 2, Zeile 23 - Seite 2, Zeile 26; Abbildung 1	7,8
A	US 5 188 478 A (BITSCH HARALD ET AL) 23. Februar 1993 (1993-02-23)	1
A	US 4 059 214 A (WEISSMANN GERD) 22. November 1977 (1977-11-22)	1

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6410165 B1	25-06-2002	US 6335512 B1 JP 2001062567 A US 6610962 B1 US 6541735 B1 US 2002191749 A1	01-01-2002 13-03-2001 26-08-2003 01-04-2003 19-12-2002
US 5865363 A	02-02-1999	BR 9802402 A CA 2242154 A1	15-06-1999 07-01-1999
EP 0763396 A	19-03-1997	BR 9603784 A CA 2180066 A1 CN 1151926 A EP 0763396 A2 PL 316072 A1 US 5672286 A	02-06-1998 19-03-1997 18-06-1997 19-03-1997 01-04-1997 30-09-1997
GB 1391026 A	16-04-1975	DE 2229391 A1 DE 7220235 U CH 551577 A FR 2196047 A5 IT 980442 B JP 49085443 A JP 55001462 B	03-01-1974 24-08-1972 15-07-1974 08-03-1974 30-09-1974 16-08-1974 14-01-1980
US 5188478 A	23-02-1993	DE 4001659 A1 FR 2651282 A1 GB 2236162 A ,B IT 1246420 B JP 3129125 A JP 3238924 B2	28-03-1991 01-03-1991 27-03-1991 18-11-1994 03-06-1991 17-12-2001
US 4059214 A	22-11-1977	DE 2458291 A1 AT 342394 B AT 899475 A BE 836455 A1 CA 1033592 A1 CH 597939 A5 DK 544575 A ,B, ES 443248 A1 FR 2294001 A1 GB 1537269 A IE 41961 B1 IT 1056406 B JP 972411 C JP 51101760 A JP 54003655 B LU 73961 A1 NL 7514356 A ,B, SE 445981 B SE 7513845 A	24-06-1976 28-03-1978 15-07-1977 01-04-1976 27-06-1978 14-04-1978 11-06-1976 16-08-1977 09-07-1976 29-12-1978 07-05-1980 30-01-1982 28-09-1979 08-09-1976 26-02-1979 01-07-1976 14-06-1976 04-08-1986 11-06-1976